



УКРАЇНА

(19) UA (11) 80536 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
F01D 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ТУРБОМАШИНА З ОХОЛОДЖУВАНИМИ КІЛЬЦЕВИМИ СЕГМЕНТАМИ

1

(21) 2004031654

(22) 05.03.2004

(24) 10.10.2007

(31) 03 02783

(32) 06.03.2003

(33) FR

(72) МАРШІ МАРК РОЖЕ, РОДРІГЕС ПОЛЬ,  
РОССЕ ПАТРИС ЖАН-МАРК, ТАЙАН ЖАН КЛОД,  
КРИСТІАН, АРІЯ ЖАН БАТИСТ

(73) СНЕКМА МОТОРС

(56)	DE	734440,	1943
	DE	1116685,	1961
	FR	2683851,	1993
	FR	2522067,	1983
	RU	2272151,	2000
	US	2843357,	1958

US 5131811, 1992

(57) 1. Турбомашина з охолоджуваними кільцевими сегментами, що містить корпус (102), ротор (4) і кілька охолоджуваних кільцевих сегментів (108, 208), розташованих між корпусом (102) і ротором (4), при цьому кожний кільцевий сегмент (108, 208) містить основну охолоджувальну порожнину (162, 166, 262) і прикріплений до корпусу (102) турбіни за допомогою кріпильних пристроїв (132, 232), яка **відрізняється** тим, що кріпильні пристрої (132, 232) містять затискні гвинти (134, 234), які займають положення практично в радіальному напрямку і притискають кільцевий сегмент (108, 208) до корпусу (102), а через затискний гвинт (134, 234) проходить канал (174, 274) охолоджуючого повітря, сполучений із охолоджувальною порожниною (162, 166, 262) кільцевого сегмента (108, 208).

2. Турбомашина за п. 1, яка **відрізняється** тим, що для кожного кільцевого сегмента (108, 208) через кожний затискний гвинт (134, 234) проходить у поздовжньому напрямку єдиний канал (174, 274) охолоджуючого повітря.

3. Турбомашина за будь-яким із пп. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що кріпильні пристрої (132, 232) кожного кільцевого сегмента (108, 208) містять розпірну втулку (136), установлену на корпусі (102), через яку проходить затискний гвинт (134, 234), при цьому розпірна втулка (136) служить для позиціонування кільцевого сегмента

2

(108, 208) в осьовому і тангенціальному напрямках відносно корпусу.

4. Турбомашина за п. 3, яка **відрізняється** тим, що у кожному кільцевому сегменті (108, 208) розпірна втулка (136) має внутрішній діаметр, що практично дорівнює зовнішньому діаметру щонайменше ділянки (138, 238) зазначеного затискного гвинта, розташованого напроти розпірної втулки (136).

5. Турбомашина за будь-яким із пп. 3 або 4, яка **відрізняється** тим, що у кожному кільцевому сегменті (108, 208) розпірна втулка (136) має нижній кінець (136a), встановлений в отворі (144), просвердленому в кільцевому сегменті (108, 208), при цьому нижній кінець (136a) має зовнішній діаметр, що практично дорівнює внутрішньому діаметру отвору (144).

6. Турбомашина за будь-яким із пп. 3-5, яка **відрізняється** тим, що у кожному кільцевому сегменті (108, 208) розпірна втулка (136) утворює обмежувальний упор кільцевого сегмента (108, 208) для позиціонування в радіальному напрямку відносно корпусу (102).

7. Турбомашина за будь-яким із пп. 3-6, яка **відрізняється** тим, що кожний кільцевий сегмент (108) містить різьбову ділянку (141), що взаємодіє із зазначеним затискним гвинтом (134), при цьому головка (140) затискного гвинта (134) спирається на верхній кінець (136b) розпірної втулки (136).

8. Турбомашина за будь-яким із пп. 3-6, яка **відрізняється** тим, що кожний кільцевий сегмент (208) містить виїмку (276), на дно котрої спирається головка (240) затискного гвинта (234), при цьому затискний гвинт взаємодіє з гайкою (278), що спирається на верхній кінець (136b) розпірної втулки (136).

9. Турбомашина за будь-яким із пп. 1-8, яка **відрізняється** тим, що кожний кільцевий сегмент (108, 208) має верхній за потоком кінець, а також нижній за потоком кінець, при цьому верхній за потоком кінець перебуває в контакті з верхнім за потоком круговим ободом (152), що належить до корпусу (102), а нижній за потоком кінець перебуває в контакті з нижнім за потоком круговим ободом (154), що належить до того ж корпусу (102).

10. Турбомашина за будь-яким із пп. 1-9, яка **відрізняється** тим, що кожний кільцевий сегмент

(13) C2

(11) 80536

(19) UA

(108, 208) містить вторинну охолоджувальну порожнину (172), відділену від основної охолоджувальної порожнини (166) стінкою (168), при цьому основна і вторинна порожнини (166, 172) розташовані одна над одною в радіальному напрямку.

Даний винахід у цілому стосується турбомашин з охолоджуваними кільцевими сегментами.

Зокрема, винахід стосується турбомашини, яка має корпус, ротор і множину охолоджуваних кільцевих сегментів, установлених між корпусом і ротором, при цьому кожний із цих сегментів має, щонайменше, одну охолоджувальну порожнину.

Кільцеві сегменти можуть бути кільцевими сегментами турбіни (переважно турбіни високого тиску) або кільцевими сегментами компресора. Стосовно цього слід зазначити, що винахід знаходить застосування, зокрема, (але не винятково) у турбінах турбомашин, оскільки високі навколишні теплові напруги потребують наявності таких охолоджуваних кільцевих сегментів.

На Фіг.1 показана в розрізі частина турбіни високого тиску турбомашини 1 відповідно до відомого технічного рішення, описаного в [FR-A-2 800 797].

Як можна бачити на цій фігурі, дана турбіна високого тиску має корпус 2 турбіни, а також ротор 4, від якого показаний лише кінець однієї з лопаток 6.

Турбіна також обладнана у численні охолоджувані кільцеві сегменти 8, установлені на корпусі 2 турбіни й утворюючі кільце навколо лопаток 6 ротора 4.

Кільцеві сегменти 8 прикріплені до корпусу 2 за допомогою гака на верхній за потоком стороні корпусу 2, що виконаний із можливістю з'єднання з іншим гаком 12 на кільцевому сегменті 8. Таким чином, після вставлення один в інший гаків 10 і 12 інший кінець кільцевого сегмента 8 можна повертати, поки він не упреться в корпус 2 турбіни з нижньої за потоком сторони так, що фланці 14 і 16 приходять у взаємний контакт.

Після цього кільцевий сегмент 8 прикріплюють до корпусу 2 в осьовому напрямку за допомогою шипа 18, прикріпленого до нижньої за потоком частини цього сегмента. При цьому шип 18 розташований за потоком вище фланця 14 кільцевого сегмента 8 і поблизу внутрішньої камери 20 так, що він є частково обмеженим корпусом 2 турбіни.

Як також показано на Фіг.1, шип 18 розміщений у гнізді 22, утвореному всередині фланця 16 корпусу, й утримується за допомогою пружної шпонки 24, що вибирає будь-який осьовий зазор шипа 18 після встановлення сегмента.

Кожний кільцевий сегмент 8 утримується також у тангенціальному напрямку відносно корпусу 2 за допомогою скоби 26, плечі котрої стискають разом фланці 14 і 16. У фланцях 14 і 16

11. Турбомашина за будь-яким із пп. 1-10, яка **відрізняється** тим, що кільцеві сегменти (108, 208) сполучені разом через ущільнювальні пластини (156).

12. Турбомашина за будь-яким із пп. 1-11, яка **відрізняється** тим, що корпус (102) є корпусом турбіни і ротор (4) є ротором турбіни.

передбачені протилежні виїмки 28 і 30 для розміщення перемички скоби 26 при її штовханні в напрямку потоку.

Таким чином, дана система кріплення кільцевих сегментів до корпусу має дуже складну конструкцію і тому є відносно коштовною.

Крім того, з'єднання за допомогою шипа і гнізда, використовуване між корпусом і кожним кільцевим сегментом, не забезпечує ідеальної герметизації. У зв'язку з цим між даними двома елементами мають місце витікання повітря, що, зрозуміло, негативно впливає на охолодження кільцевих сегментів і тепловий захист корпусу турбіни.

У внутрішню камеру 20 також постачається охолоджуюче повітря через один або більше охолоджувальних отворів 27, утворених у корпусі 2. Це охолоджуюче повітря може, наприклад, усмоктуватися з одного з компресорів (не зображений) турбомашини 1. При потрапленні у внутрішню камеру 20 охолоджуюче повітря проходить через перфоровану плиту 23 кільцевого сегмента 8 для проходження в охолоджувальну порожнину 25, наявну в ньому.

Отже із вищевикладеного зрозуміло, що засоби, необхідні для спрямування повітря в охолоджувальну порожнину, як от охолоджуючі отвори, виконані в корпусі, додатково ускладнюють конструкцію турбомашини.

Таким чином, беручи до уваги викладене вище, метою даного винаходу є створення турбомашини, що містить корпус, ротор і множину охолоджуваних кільцевих сегментів, установлених між корпусом і ротором, яка, принаймні, частково позбавлена зазначених вище недоліків турбомашини, виготовленої відповідно до попереднього рівня техніки.

Для вирішення поставленого завдання винаходом створена турбомашина, що містить корпус, ротор, множину охолоджуваних кільцевих сегментів, установлених між корпусом і ротором, при цьому кожний кільцевий сегмент містить основну охолоджувальну порожнину і є прикріпленим до корпусу турбіни за допомогою кріпильного пристрою, що містить затискний гвинт, який займає по суті радіально орієнтоване положення і притискає кільцевий сегмент до корпусу. Через затискний гвинт проходить канал охолоджуючого повітря, сполучений з основною охолоджувальною порожниною кільцевого сегмента.

Кріпильний пристрій у кращому варіанті здійснення має набагато простішу конструкцію порівняно з описаним вище відомим технічним

рішенням, оскільки вона не потребує застосування виконаних з дуже високою точністю гаків і скоб, а складається, по суті, із простого затискного гвинта.

Крім того, радіальне положення затискного гвинта забезпечує дуже точне розташування кільцевого сегмента в осьовому і тангенціальному напрямках відносно корпусу турбіни, що значно зменшує витікання охолоджуючого повітря між цими елементами. Таким чином, корпус турбіни має поліпшений тепловий захист, і забезпечується правильне охолодження кільцевих сегментів.

Кріпильний пристрій, використовуваний відповідно до даного винаходу, також спрощує монтаж і зменшує вартість у порівнянні з розглянутою вище відомою конструкцією, показаною на Фіг.1.

Створення одного чи більше повітряних каналів через гвинт дозволяє комбінувати кріпильний пристрій кожного кільцевого сегмента з засобами, необхідними для спрямування охолоджуючого повітря в охолоджувальну порожнину відповідного сегмента. За допомогою такої системи, охолоджуюче повітря, усмоктуване із бажаного джерела, яким є, наприклад, компресор турбомашини, надходить, наприклад, у радіальному напрямку на зовнішній кінець повітряного каналу, проходить по повітряному каналу і виходить у радіальному напрямку через внутрішній кінець в основну охолоджувальну порожнину, де він використовується для охолодження кільцевого сегмента.

Затискний гвинт кожного кільцевого сегмента у кращому варіанті здійснення має один охолоджувальний повітряний канал, що проходить крізь нього у поздовжньому напрямку і виходить назовні з голівки гвинта.

Кріпильний пристрій кожного кільцевого сегмента у кращому варіанті містить установлену на корпусі розпірну втулку, через яку проходить затискний гвинт і яка служить для надання кільцевому сегменту бажаного положення відносно корпусу в осьовому і тангенціальному напрямках, а також для забезпечення необхідного ступеня попереднього стискання. Це забезпечується за рахунок того, що в кожному кільцевому сегменті внутрішній діаметр розпірної втулки приблизно дорівнює зовнішньому діаметру, щонайменше, частини протилежного затискного гвинта, і/або розпірна втулка має нижню частину, вставлену в отвір, просвердлений у кільцевому сегменті, при цьому зовнішній діаметр цієї нижньої частини приблизно дорівнює внутрішньому діаметру отвору.

Для кожного кільцевого сегмента розпірна втулка в кращому варіанті утворює обмежувальний упор для цього кільцевого сегмента для його позиціонування в радіальному напрямку відносно корпусу. Таким чином, у такій конструкції проста розпірна втулка, правильно розташована на корпусі, дозволяє здійснювати високоточне позиціонування кільцевого сегмента відносно корпусу як в осьовому, тангенціальному, так і в радіальному напрямках.

У кращому варіанті здійснення кожний кільцевий сегмент містить різьбову частину, що

взаємодіє з затискним гвинтом, при цьому голівка цього гвинта спирається на верхній кінець розпірної втулки. У цьому зв'язку слід зазначити, що інше рішення для притискання кільцевого сегмента до корпусу може полягати у створенні виїмки в кожному кільцевому сегменті, у дно якої упирається голівка затискного гвинта. При цьому цей затискний гвинт взаємодіє з гайкою, що спирається на верхній кінець розпірної втулки, яка проходить через корпус.

Крім того, кожний кільцевий сегмент має верхній за потоком кінець і нижній за потоком кінець, причому верхній за потоком кінець перебуває в контакті з круговим ободом, що належить корпусу, а нижній за потоком кінець перебуває в контакті з круговим ободом, який також належить корпусу.

І нарешті, кожний кільцевий сегмент може містити також вторинну охолоджувальну порожнину, відділену від основної охолоджувальної порожнини плитою, при цьому основна і вторинна охолоджувальні порожнини розташовані одна над одною в радіальному напрямку.

Наведений нижче докладний опис винаходу дозволяє з'ясувати також інші переваги й ознаки останнього, не вносячи до об'єму винаходу будь-яких обмежень.

Стислий опис креслень

Опис супроводжується посиланнями на креслення, де зображені:

на Фіг.1 - частина турбіни високого тиску турбомашини відповідно до розглянутого вище технічного рішення, відомого з попереднього рівня техніки;

на Фіг.2 - частковий поздовжній розріз турбомашини, відповідно до першого кращого варіанта здійснення даного винаходу; і

на Фіг.3 - частковий розріз по лінії MI-III Фіг.2;

на Фіг.4 - частина турбомашини в збільшеному масштабі, аналогічна показаній на Фіг.2, що ілюструє альтернативне рішення для першого кращого варіанта здійснення винаходу;

на Фіг.5 - частина турбомашини в збільшеному масштабі, аналогічна показаній на Фіг.2, що ілюструє інше альтернативне рішення для першого кращого варіанта здійснення винаходу; і

на Фіг.6 - частковий поздовжній розріз турбомашини, відповідно до другого кращого варіанта здійснення даного винаходу.

Докладний опис кращих варіантів здійснення

На Фіг.2 і 3 показана частина турбомашини 100 відповідно до першого кращого варіанта здійснення даного винаходу.

Турбомашина має корпус 102, а також ротор 4 з лопатками 6. Оскільки винахід знаходить застосування, зокрема, у турбіні турбомашини 100, у подальшому припускається, що розріз, показаний на Фіг.2 і 3, відповідає турбіні високого тиску турбомашини, і що корпус 102 і ротор 4 відповідають корпусу 102 турбіни і ротору 4 турбіни, обладнаної у лопатки 6. Слід зазначити, що цей вибір застосування винаходу до турбіни (переважно до турбіни високого тиску, що наражається на дію високих теплових

навантажень) стосується всіх кращих варіантів здійснення, зображених на Фіг.2-6 і розглянутих нижче.

Очевидно, що, як указувалося вище, винахід можна також застосовувати в компресорі турбомашини, в тому числі охопленим об'ємом винаходу.

Як показано на Фіг.2 і 3, турбіна містить множину охолоджуваних кільцевих сегментів 108, прикріплених до корпусу 102 турбіни за допомогою кріпильного пристрою 132. При цьому кільцеві сегменти 108 утворюють кільце навколо лопаток 6 ротора 4 турбіни.

Додатково до цього, кріпильний пристрій 132 містить затискний гвинт 134, розташований практично радіально по відношенню до корпусу 102 турбіни. Іншими словами, затискний гвинт розміщений таким чином, що його поздовжня вісь (не зображена) займає положення, практично паралельне лінії радіального напрямку турбомашини 100.

Для цього кріпильний пристрій містить розпірну втулку 136, яка або нерухомо сполучена з корпусом 102, через який вона проходить, або має калібрований зазор. Оскільки затискний гвинт 134 проходить через розпірну втулку 136 (називану також направляючою втулкою), її поздовжня вісь займає положення також практично у радіальному напрямку.

У першому кращому варіанті здійснення, що розглядається, затискний гвинт 134 має частину 138, розміщену під голівкою 140 і напроти розпірної втулки 136. При цьому частина 138 має зовнішній діаметр, практично однаковий з внутрішнім діаметром розпірної втулки 136. Отже, завдяки тому, що зазор між гвинтом 134 і розпірною втулкою 136 практично дорівнює нулю, затискний гвинт 134 позиціонується дуже точно в осьовому і тангенціальному напрямках відносно корпусу 102 турбіни, оскільки корпус сполучений із розпірною втулкою практично з нульовим зазором за допомогою, наприклад, зварювання або іншого способу.

У зв'язку з цим слід зазначити, що кільцевий сегмент 108 має різбову частину 141, що взаємодіє з різбовою частиною 142 затискного гвинта 134. Таким чином, коли кільцевий сегмент 108 взаємодіє з затискним гвинтом 134, він також дуже точно позиціонується в осьовому і тангенціальному напрямках відносно корпусу 102 турбіни.

Слід зазначити, що, як показано на Фіг.4, альтернативний варіант забезпечення позиціонування кільцевого сегмента 108 відносно корпусу 102 полягає у застосуванні розпірної втулки 136, яка має нижній кінець 136a, вставлений в отвір 144, просвердлений у кільцевому сегменті 108, при цьому зовнішній діаметр нижнього кінця 136a приблизно дорівнює внутрішньому діаметру отвору 144. Така конфігурація усуває необхідність додержання однаковості між внутрішнім діаметром втулки 136 і зовнішнім діаметром частини 138 затискного гвинта 134.

Слід зазначити, що, як показано на Фіг.2 і 3, голівка 140 гвинта 134, розташована радіально зовні різбової частини 142, упирається у верхній кінець 136b розпірної втулки 136. При цьому між верхнім кінцем 136b і голівкою 140 гвинта 134 може бути вставлений протидіючий обертанню клин 146 для запобігання його ослабленню після складання.

У цьому зв'язку передбачається, що при закручуванні затискного гвинта 134 у кільцевий сегмент 108 відбувається переміщення останнього в радіальному напрямку назовні, поки він не прийде в контакт із корпусом 102 турбіни. Як показано на Фіг.2, контакт здійснюється за допомогою верхнього за потоком виступу 148 і нижнього за потоком виступу 150, передбачених на верхній частині кільцевого сегмента 108. Таким чином, після затискання кільцевий сегмент 108 і корпус 102 утворюють закриту внутрішню камеру, що має значно менше витікання повітря, ніж у конструкціях, відповідно до попереднього рівня техніки.

Крім того, припускається, що нижній кінець 136a розпірної втулки 136 може утворювати обмежувальний упор для кільцевого сегмента 108, потрібний для дуже точного його позиціонування в радіальному напрямку відносно корпусу 102 турбіни, або для забезпечення попереднього регульованого рівня напруженого стану. Очевидно, що в цьому випадку розмір розпірної втулки 136 вибирається так, що коли кільцевий сегмент 108 приходить у контакт із її нижнім кінцем 136a, виступи 148 і 150 цього кільцевого сегмента одночасно упираються в корпус 102.

Крім того, з метою подальшого зменшення витікання повітря з внутрішньої камери, 120, турбіна виконана так, що кільцевий сегмент 108 має верхній за потоком кінець або верхню за потоком крайку в контакт з круговим ободом 152, що належить корпусу 102 турбіни, а також нижній за потоком кінець або нижню за потоком крайку в контакт з круговим ободом 154, що належить тому ж корпусу. Слід зазначити, що як приклад, як показано на Фіг.2, ці контактні поверхні між ободами 152 і 154 і кільцевим сегментом 108 є переважно плоскими і лежать у площинах, практично перпендикулярних основній поздовжній осі (не зображена) турбомашини 100.

Крім того, слід зазначити, що кільцеві сегменти 108 сполучені разом звичайним чином при використанні ущільнювальних пластин 156 з метою обмеження циркуляції газів в осьовому і радіальному напрямках.

Відповідно до кращого варіанта здійснення даного винаходу кожний кільцевий сегмент 108 має верхню стінку 158 і нижню стінку 160, що у радіальному напрямку займають положення одна над одною й утворюють основну охолоджувальну порожнину 162. При цьому зазначені дві стінки можуть бути виконані як окремо одна від одної і зібрані разом, так і однією деталлю.

Припускається, що в першому кращому варіанті здійснення, показаному на Фіг.2-4, кожний кільцевий сегмент 108 не має вторинної

охолоджувальної порожнини, крім основної охолоджувальної порожнини 162.

Для постачання охолоджуючого повітря в порожнину 162 затискний гвинт 134 має один або більше каналів 174 для охолоджуючого повітря, які проходять через нього і серед яких переважно тільки один канал, виконаний так, що він сполучений з основною порожниною 162. Охолоджуюче повітря може всмоктуватися, наприклад, із компресора турбомашини 100 і далі спрямовуватися у радіальному напрямку в зовнішній кінець (не позначений номером) повітряного каналу 174, при цьому цей зовнішній кінець орієнтований у радіальному напрямку зовні відносно корпусу 102 турбіни. Крім того, оскільки різьбова частина 141 проходить безпосередньо усередину охолоджувальної порожнини 162, ясно, що радіально спрямований внутрішній кінець (не позначений номером) повітряного каналу 174 сполучений із тією ж порожниною 162 так, що повітря, яке виходить радіально з цього внутрішнього кінця входить в основну охолоджувальну порожнину 162 й охолоджує кільцевий сегмент 108. З метою ілюстрації, шлях проходження охолоджуючого повітря, описаний вище, показаний на Фіг.3 стрілкою 175.

Канал 174 для охолоджуючого повітря переважно розташований уздовж центральної осі затискного гвинта 134 і має циліндричну форму з круглим поперечним перерізом. Крім того, слід зазначити, що необхідний потік повітря можна одержувати, застосовуючи безпосереднє калібрування повітряного каналу 174 або ж поміщаючи калібровані кільцеві шайби (або пластили) усередину повітряних каналів 174. Зрозуміло, що перевага останнього способу полягає в тому, що коли потрібно змінити швидкість потоку охолоджуючого повітря, що проходить через повітряні канали 174, це можна здійснити шляхом простої заміни кільцевих шайб (не зображені). Крім того, застосування каліброваних шайб дає змогу створювати різні швидкості повітряного потоку відповідно до даного щабля турбіни при застосуванні порожнистого гвинта одного розміру.

Як показано більш докладно на Фіг.2, верхня стінка 158 дозволяє створити внутрішню камеру 120, у котру можна також вводити охолоджуюче повітря. Таким чином, охолоджуюче повітря, що надходить у внутрішню камеру 120, може також досягати охолоджувальної порожнини 162 через наскрізні отвори (не зображені), утворені у верхній стінці 158 так, що забезпечується охолодження кільцевих сегментів 108 шляхом прямого потрапляння на стінку порожнини. Таким чином, зрозуміло, що в порожнину 162 подається повітря двома окремими потоками, що усмоктовуються, відповідно, наприклад, із компресора високого тиску і компресора низького тиску турбомашини 100.

Проте, можливі також інші підходи у вирішенні проблеми охолодження кільцевих сегментів 108 турбіни високого тиску.

Як показано на Фіг.5, кільцевий сегмент 108 може мати, наприклад, верхню стінку 164, що

створює основну охолоджувальну порожнину 166 із проміжною стінкою 168, називаною також «стінкою обдування». Крім того, кільцевий сегмент 108 має нижню стінку 170, що створює вторинну охолоджувальну порожнину 172 за допомогою проміжної стінки 168. Таким чином, у даному випадку дві порожнини 166 і 174 розташовані в радіальному напрямку одна над одною і, наприклад, основна порожнина 166 є меншого розміру, ніж вторинна порожнина.

Таким чином, охолоджуюче повітря, що виходить радіально з внутрішнього кінця повітряного каналу 174, входить в основну порожнину 166 так само, як було зазначено вище, потім він може входити у вторинну порожнину 172 через наскрізні отвори (не зображені), утворені в проміжній стінці 168. Таким чином, кільцеві сегменти 108 можна охолоджувати шляхом обдування або конвекції.

Крім того, у цьому випадку також повітря із внутрішньої камери 120 може надходити у порожнину 166 через наскрізні отвори (не зображені), утворені у верхній стінці 164. Як показано на Фіг.5, верхня стінка 164 має різьбову ділянку 141, необхідну для фіксації кільцевого сегмента 108 затискним гвинтом 134, при цьому різьбова ділянка 141 входить в основну порожнину 166.

Отже повітря надходить двома потоками - із повітряного каналу 174 і внутрішньої камери 120, відповідно, - які потрапляють в основну порожнину 166, де вони змішуються один з одним і далі потрапляють у вторинну порожнину 172 через зазначені вище наскрізні отвори, виконані в проміжній стінці 168.

На Фіг.6 показана частина турбомашини відповідно до другого кращого варіанта здійснення даного винаходу.

Елементи, позначені на Фіг.6 тими ж позиціями, що і на Фіг.1-5, є взаємно ідентичними або аналогічними. Тут добре видно, що турбомашина 200, що відповідає другому кращому варіанту здійснення даного винаходу, є у значній мірі аналогічною турбомашині 100, що відповідає його першому кращому варіанту здійснення.

Основна відмінність між ними полягає у кріпильному пристрої 232, використовуваному для кріплення охолоджуваних кільцевих сегментів 208 до корпусу 102 турбіни. Дійсно, хоча розпірна втулка 136 є аналогічною розпірній втулці першого кращого варіанта здійснення, про затискний гвинт 234 цього сказати не можна. Голівка затискного гвинта 234 може точно входити у дно виїмки 276, що належить верхній частині кільцевого сегмента 208. При цьому виїмка 276 створює порожнину 280 разом із верхньою стінкою 258 кільцевого сегмента 208, розташованою в радіальному напрямку усередині відносно виїмки 276.

Таким чином, взаємодія між розпірною втулкою 136 і ділянкою гвинта 234, розташованим напроти цієї розпірної втулки, разом із взаємодією між голівкою 240 затискного гвинта 234 і виїмкою 276 кільцевого сегмента 208 забезпечують точне позиціонування кільцевого сегмента в осьовому і

тангенціальному напрямку відносно корпусу 102 турбіни.

Крім того, затискний гвинт 234 має різьбову ділянку 242, що виходить назовні за межі розпірної втулки 136 і зчеплюється з гайкою 278, яка опирається на верхній кінець 136Б розпірної втулки 136; при цьому гайка 278 розташована в радіальному напрямку зовні корпусу 102. Отже, затягування гайки 278 приводить до переміщення кільцевого сегмента 208 у радіальному напрямку назовні, аж поки він не прийде в контакт із корпусом 102 турбіни. Як показано на Фіг.6, контакт утворюється верхнім за потоком виступом 148 і нижнім за потоком виступом 150, передбаченим на верхній частині кільцевого сегмента 208. Крім того, як зазначалося вище, переміщення кільцевого сегмента 208 у радіальному напрямку може одночасно стримуватися входженням у контакт кільцевого сегмента з нижнім кінцем 136а розпірної втулки 136.

У додаток до цього, в даному випадку також для утворення основної охолоджувальної порожнини 262 у кільцевих сегментах 208 використовуються верхня стінка 258 і нижня стінка 260, що займає під нею радіальне положення; при цьому зазначені стінки можуть бути зібрані разом або ж виготовлені однією деталлю.

Для постачання охолоджуючого повітря в порожнину 262 затискний гвинт 234 має один або більше каналів 274 охолоджуючого повітря, що проходять крізь нього, причому серед них переважно лише один утворений із можливістю сполучання з основною порожниною 262. Охолоджуюче повітря може всмоктуватися, наприклад, із компресора турбомашини 200 і далі спрямовуватися радіально на зовнішній кінець (не позначений номером) повітряного каналу 274, розташований у радіальному напрямку зовні корпусу 102 турбіни. Крім того, оскільки голівка 240 гвинта розміщена усередині порожнини 280, зрозуміло, що радіально спрямований внутрішній кінець (номером не позначений) повітряного каналу 274 сполучений із тією ж порожниною 280, що у свою чергу сполучена з порожниною 262 через один або більше отворів 282, утворених у верхній стінці 258. При такій конструкції канал 274 охолоджуючого повітря сполучений з основною порожниною 262, і, таким чином, повітря, що виходить радіально з внутрішнього кінця, може потім надходити у порожнину 262 й охолоджувати кільцевий сегмент 208. З метою ілюстрації, описаний вище шлях проходження охолоджуючого повітря позначений на Фіг.6 стрілкою 275.

Канал 274 охолоджуючого повітря розташований переважно уздовж центральної лінії затискного гвинта 234 і має циліндричну форму з круговим поперечним перерізом. При цьому також слід зазначити, що необхідний потік повітря можна одержувати, використовуючи безпосереднє калібрування повітряного каналу, 274 або ж за допомогою каліброваних кільцевих шайб (або пластин), розташованих усередині цих повітряних каналів 274.

Цілком очевидно, що альтернативні рішення, запропоновані для турбомашини 100, відповідно до першого кращого варіанта здійснення, показаного на Фіг.4 і 5, також застосовні до турбомашини 200, відповідно до другого кращого варіанта здійснення даного винаходу.

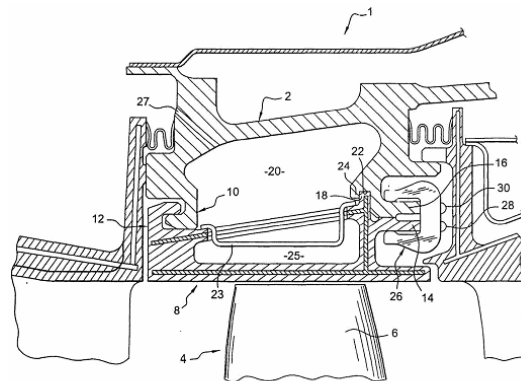
При установленні кільцевих сегментів 208 слід дотримуватися такого порядку.

Передусім, перед установкою розпірних втулок 136 на корпус 102 турбіни, установлюють затискні гвинти 234, різноманітні кільцеві сегменти 208 й ущільнювальні пластини 156, діючи при цьому так, щоб кожний із кільцевих сегментів 208 можна було переміщати у тангенціальному напрямку для надання можливості установлення пластин 156.

Після цього установлюють розпірні втулки 136 на корпус 102 турбіни, забезпечуючи проходження затискних гвинтів крізь розпірні втулки. Таким чином, кільцеві сегменти 208, встановленні зі зміщенням від їх кінцевого положення, можна повертати, поки голівки 240 не увійдуть у відповідні виїмки 276.

Складання завершують забезпеченням нерухомості кільця навколо лопаток 6 ротора 4 турбіни, для чого затягують всі гайки 278 на різьбових ділянках 242 затискних гвинтів 234.

Цілком зрозуміло, що фахівці в даній галузі техніки можуть здійснювати різноманітні модифікації турбомашин 100 і 200, опис яких поданий тут лише як приклад, що не обмежує даного винаходу.

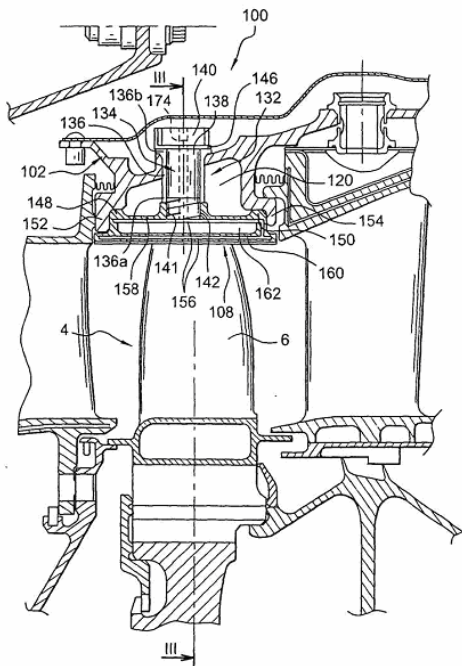


Фіг.1

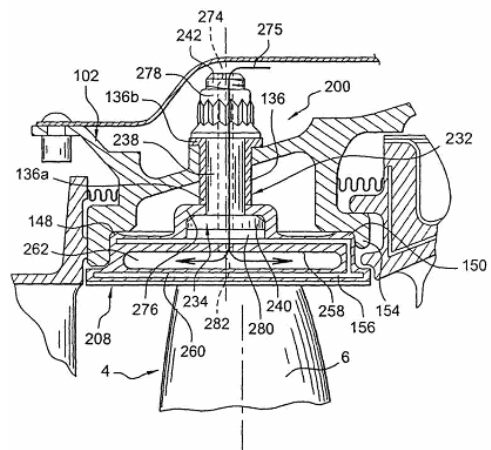
13

80536

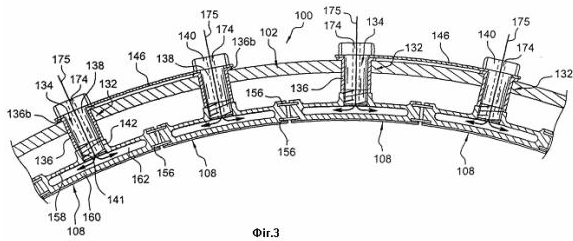
14



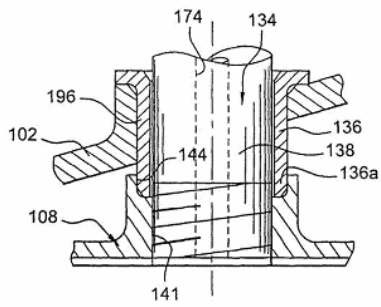
Φir.2



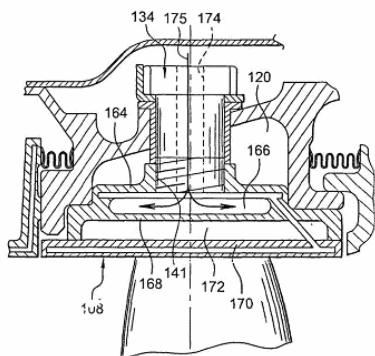
Φir.6



Φir.3



Φir.4



Φir.5